



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1561062** **A1**

(51) **G 02 B 27/48; 27/00**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4483214/24-10

(22) 06.06.88

(46) 30.04.90. Бюл. № 16

(71) Куйбышевский авиационный институт им. акад. С.П. Королева

(72) М.А. Голуб, С.В. Карпеев,  
И.Н. Сисакян и В.А. Сойфер

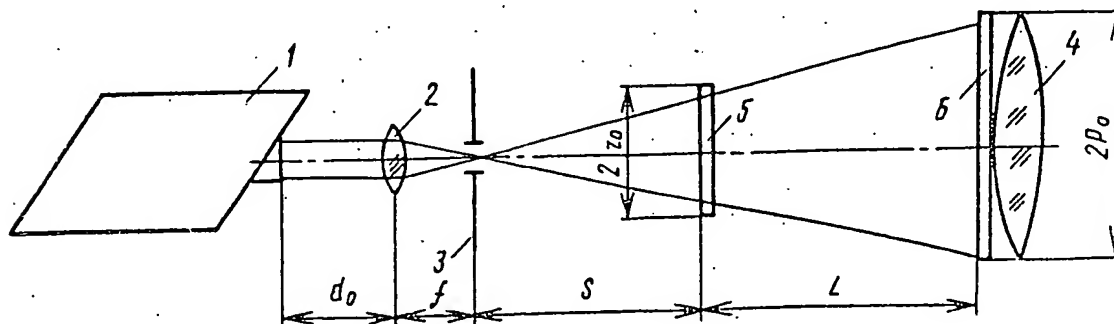
(53) 535.8 (088.8)

(56) Островский Ю.И. Голография и ее применение. - Л.: Наука, 1973, с. 53.  
Патент США № 3476463, кл.350-189, опублик. 1969.

(54) ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ, КОЛЛИМАЦИИ И ВЫРАВНИВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ГАУССОВА ПУЧКА

(57) Изобретение относится к области оптического приборостроения и может быть использовано в различных устройствах когерентно-оптической обработки для преобразования пучка одномодового лазера в однородную плоскую волну с высокой эффективностью преобразования световой энергии. Оптическая система для преобразования пучка лазера 1 включает расширитель-коллиматор, выполненный в виде телескопической системы из последовательно установленных по ходу пучка микро-

объектива 2, диафрагмы 3 и коллимирующей линзы 4, а также две фазовые корректирующие пластинки 5,6, установленные между диафрагмой 3 и линзой 4. При этом вторая фазовая пластинка 6 расположена вплотную к линзе 4. Приведены выражения для определения фазовых функций пластинок 5,6 в зависимости от  $S$  - расстояния между диафрагмой 3 и пластинкой 5,  $L$  - расстояния между пластинками 5,6,  $2\rho_0$  - заданного диаметра создаваемого однородного пучка,  $2r_0$  - диаметра рабочей области пластинки 5 и коэффициента диафрагмирования лазерного гауссова пучка. Пластины 5,6 могут быть выполнены в виде плоских оптических элементов. Фазовая функция пластинки 5 обеспечивает создание в плоскости пластинки 6 однородного распределения интенсивности, а фазовая функция пластинки 6 дает возможность восстановить сферическую форму фронта на входе линзы 4. Благодаря размещению пластинок 5,6 внутри расширителя-коллиматора система имеет малые габариты. 1 з.п.ф-лы, 1 ил.



BEST AVAILABLE COPY

(19) **SU** (11) **1561062** **A1**

Изобретение относится к оптическому приборостроению и может быть использовано в различных устройствах когерентно-оптической обработки для преобразования пучка одномодового лазера в однородную плоскую волну с высокой эффективностью преобразования световой энергии.

Цель изобретения - уменьшение габаритов системы.

На чертеже представлена оптическая схема устройства.

Оптическая система для преобразования пучка лазера 1 включает расширитель-коллиматор, выполненный в виде телескопической системы из последовательно установленных по ходу пучка микрообъектива 2, диафрагмы 3 и коллимирующей линзы 4, а также две фазовые корректирующие пластинки 5 и 6, установленные между диафрагмой 3 и линзой 4. При этом вторая фазовая пластинка 6 расположена вплотную к линзе 4, фазовая функция  $\varphi_1(r)$  первой пластинки 5 и 6 полярной системе координат определяется выражением

$$\varphi_1(r) = \varphi_1 - \frac{r^2}{2} \left( \frac{1}{S} + \frac{1}{L} \right) + \frac{\rho_0 r_0}{L \sqrt{(1+K) \ln(1/K)}} + \frac{r}{r_0} \ln(1/K) + \int_0^r \sqrt{1 - \exp(-t^2)} dt$$

где  $r$  - расстояние от произвольной точки фазовой пластинки 5 до оптической оси;

$\varphi_1$  - константа, определяющая фазу в центре пластинки 5 (может быть положена равной 0);

$S$  - расстояние от диафрагмы 3 до пластинки 5;

$L$  - расстояние между пластинками 5 и 6;

$2\rho_0$  - заданный диаметр создаваемого однородного пучка;

$2r_0$  - диаметр рабочей области первой фазовой пластинки 5;

$K$  - коэффициент диафрагмирования лазерного гауссового пучка;

а фазовая функция  $\varphi_2(\rho)$  второй фазовой пластинки 6 в полярной системе координат определяется выражением

$$\varphi_2(\rho) = \varphi_2 - \frac{\rho^2}{2} \frac{S}{L(S+L)} + \frac{\rho_0 r_0}{L \sqrt{(1-K) \ln(1/K)}} + \frac{\rho}{\rho_0} \sqrt{1-K} \int_0^{\rho} \sqrt{\ln(1-t^2)} dt,$$

где  $\rho$  - расстояние от произвольной точки фазовой пластинки 6 до оптической оси;

$\varphi_2$  - константа, определяющая фазу в центре пластинки 6 (может быть положена равной 0).

Фазовые корректирующие пластинки 5 и 6 могут быть выполнены в виде плоских оптических элементов, синтезируемых при помощи ЭВМ. При этом фазовая функция рассчитывается на ЭВМ по формулам (1) и (2) и приводит к интервалу  $(0, 2\pi)$ , в результате чего корректирующая пластинка разбивается на зоны. Затем пластинка изготавливается из прозрачного материала с показателем преломления  $n$ , причем высота фазового рельефа  $h(r)$  в каждой зоне меняется от 0 до  $\frac{\lambda}{n-1}$ , где  $\lambda$  - длина волны излучения лазера 1, и описывается формулой

$$h(r) = \frac{\lambda}{n-1} \frac{1}{2\pi} \text{mod}_{2\pi m} \left[ \frac{2\pi}{\lambda} \varphi(r) \right],$$

где  $\text{mod}_{2\pi m}(t) = t - j2\pi m$  при

$$j2\pi m \leq t \leq (j+1)2\pi m.$$

При расчете системы расстояния от лазера 1 до микрообъектива 2 ( $d_0$ ), а также фокусное расстояние микрообъектива ( $f$ ) и коэффициент диафрагмирования гауссова пучка ( $K$ ) выбирают исходя из необходимых габаритных размеров, а также характеристик точности изготовления фазовых корректирующих пластинок 5 и 6. Минимальный коэффициент диафрагмирования определяется диафрагмированием гауссова пучка выходным зеркалом лазера 1. Световая энергия лазера при этом используется полностью. Остальные параметры системы рассчитывают исходя из данных лазера: расходимости пучка  $\beta$  на уровне  $q$  интенсивности

и диаметра пучка на выходном зеркале  $D_0$  на уровне  $q$  по интенсивности. Для этого определяют величины:

$$D_0 = D_3 \sqrt{\frac{\ln(1/K)}{\ln(1/q)}}; Q_0 = \frac{\beta}{2} \sqrt{\frac{\ln(1/K)}{\ln(1/q)}};$$

$$L_0 = \frac{\lambda \ln K}{\pi Q_0^2}; Z_0 = d_0 + \frac{1}{2Q_0} \sqrt{D_0^2 - L_0^2 Q_0^2};$$

$$Q_1 = \frac{Q_0}{F} \sqrt{Z_0^2 + (L_0/2)^2}.$$

Далее находят фокусное расстояние коллимирующей линзы 4

$$F = \frac{\rho_0}{Q} \sqrt{\frac{\ln(1/K)}{1-K}}$$

затем

$$r_0 = S \cdot Q_1 \text{ и } L = F - S.$$

Устройство работает следующим образом.

Пучок с гауссовским распределением интенсивности от лазера 1 падает на микрообъектив 2, который преобразует пучок, увеличивая его расходимость. Диафрагма 3, расположенная в фокусе микрообъектива 2, служит для фильтрации флуктуации в распределении интенсивности после микрообъектива 2. Расходящийся сферический волновой фронт с гауссовским распределением интенсивности падает на первую фазовую корректирующую пластинку 5. Функция ее фазового пропускания рассчитывается по формуле (1) таким образом что в плоскости непосредственно перед второй корректирующей фазовой пластинкой 6 распределение интенсивности в круге радиусом  $\rho_0$  близко к равномерному, а вне его интенсивность близка к нулю. Это достигается тем, что фазовая пластинка в центральной части гауссова пучка, где интенсивность больше, отклоняет лучи на большие углы, чем в периферийной части пучка, в результате чего достигается выравнивание интенсивности. Фаза света непосредственно перед второй фазовой пластинкой 6 отличается от фазы сферической волны на величину (2) со знаком минус. Вторая фазовая пластинка 6, компенсируя фазовые набеги, дает сферическую волну. Коллимирующая линза 4 преобразует получен-

ную сферическую волну с равномерным распределением интенсивности в однородную плоскую волну.

## 5 Формула изобретения

1. Оптическая система для расширения, коллимации и выравнивания интенсивности лазерного гауссова пучка,
- 10 включающая расширитель-коллиматор и две фазовые корректирующие пластинки, отличающаяся тем, что, с целью уменьшения габаритов, расширитель-коллиматор выполнен в
- 15 виде телескопической системы из последовательно установленных по ходу пучка микрообъектива, диафрагмы и коллимирующей линзы, а фазовые пластинки установлены между диафрагмой
- 20 и коллимирующей линзой, причем фазовая функция  $\varphi_1(r)$  первой пластинки определяется выражением

$$\varphi_1(r) = \varphi_1 - \frac{r^2}{2} \left( \frac{1}{S} + \frac{1}{L} \right) +$$

$$+ \frac{\rho_0 r_0}{L \sqrt{(1-K) \ln(1/K)}} \times \frac{r}{r_0} \varphi_1(1/K) \times \int_0^1 \sqrt{1 - \exp(-t^2)} dt,$$

30 где  $r$  - расстояние от произвольной точки первой фазовой пластинки до оптической оси;

$\varphi_1$  - константа;

$S$  - расстояние от диафрагмы до первой фазовой пластинки;

$L$  - расстояние от первой фазовой пластинки до второй фазовой пластинки;

40  $2\rho_0$  - заданный диаметр создаваемого однородного пучка;

$2r_0$  - диаметр рабочей области первой фазовой пластинки;

45  $K$  - коэффициент диафрагмирования лазерного гауссова пучка,

а фазовая функция  $\varphi_2(\rho)$  второй фазовой пластинки, расположенной вплотную к коллимирующей линзе, определяется выражением

$$\varphi_2(\rho) = \varphi_2 - \frac{\rho^2}{2} \frac{S}{L(S+L)} + \frac{\rho_0 r_0}{L \sqrt{(1-K) \ln(1/K)}} \times \frac{\rho}{\rho_0} \sqrt{1-K} \times \int_0^1 \sqrt{\ln(1-t^2)} dt$$

где  $\rho$  - расстояние от произвольной точки второй фазовой пластинки до оптической оси;  
 $\varphi_1$  - константа.

2. Оптическая система по п.1, отличающаяся тем, что фазовые пластинки выполнены в виде плоских оптических элементов.

Редактор Л. Веселовская

Составитель В. Кравченко

Техред Л. Олийнык

Корректор С. Черни

Заказ 977

Тираж 458

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101

BEST AVAILABLE COPY